Prof. J. Paget

with the Authors kindest r

...hagen
...cbr 1843.



Zur Anatomie und Physiologie der Retina.

Erwiederung auf eine Mittheilung des Hrn. Prof. **A. Kölliker**

von

Adolph Hannover. *)

Eine der wichtigsten Thatsachen, die ich in meinen vor 13 Jahren publicirten Untersuchungen über den Bau der Netzhaut feststellte, war die Verlegung der Schicht der Stäbe und Zwillingszapfen auf die Aussenfläche der Ausstrahlung des Sehnerven, und ich würde kaum je zur Vertheidigung derselben genöthigt worden sein, wenn nicht ein Ausdruck *Kölliker's* in einer in der Sitzung der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg am 3. Juli 1852 gemachten Mittheilung «zur Anatomie und Physiologie der Retina» leicht zu einem Missverständnisse Veranlassung geben könnte. *Kölliker* sagt nämlich, «dass in Folge einer neuen Reihe von Erfahrungen die Ansicht von *Treviranus* wiederum als die richtigere sich entgegenstellte». *Treviranus* steht als Repräsentant derjenigen älteren Beobachter, welche die Ausbreitung des Sehnerven auf die Aussenfläche der Schicht der Stäbe und Zapfen verlegten, und da man von ihm nicht vermuthen darf, dass er, wie einige Beobachter, während der Untersuchung eines Präparats die Innenfläche der Netzhaut mit der Aussenfläche verwechselt habe, kann seine Täuschung nur auf einer Verwechselung der Sehnervenausstrahlung mit den umgefallenen und in Reihen oder Streifen gelagerten Stäben beruhen. *Kölliker's* Ausspruch möchte daher, wie ich zeigen werde, nur als ein sich seinen physiologischen Folgerungen anpassender, nicht aber mit der anatomischen Ansicht von *Treviranus* verträglicher Ausdruck betrachtet werden; er kann aber von dem Unkundigen missgedeutet werden, und zum Theil um diesem vorzubeugen, bin ich gegen diesen ausgezeichneten Forscher in die Schranken getreten.

Obgleich *Kölliker's* Beobachtungen und Folgerungen, wie es mir vorkommt, zu sehr auf die Untersuchung menschlicher Augen, in denen die Verhältnisse schwieriger als in den übrigen Thierclassen erkannt werden, fussen, glaube ich doch nicht, dass sich mit Aus-

*) Aus der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie v. *C. Th. v. Siebold* u. *Kölliker*. V. Bd. 1. Hft. 1853.

nahme der eigenthümlichen Localitäten wesentliche Verschiedenheiten von Säugethieraugen herausstellen, auf welche ich, um den Irrthümern zu entgehen, welche leicht bei der Untersuchung älterer oder mit künstlichen Mitteln behandelter Präparate entstehen, meine Untersuchungen beschränkte. Daher ich auch hier der Chromsäure, deren Gebrauch ich zuerst in der mikroskopischen Anatomie einführte, und mit deren Anwendung man mich wohl vertraut halten wird, jetzt, wie früher, nicht das Lob sprechen kann, wie *Kölliker*, und am wenigsten möchte ich Jemandem rathen, an «in Chromsäure etwas geschrumpften Präparaten» irgend eine Untersuchung der Netzhaut zu machen, wie *H. Müller* gethan hat. Wegen des Einflusses der Säure auf die Stäbe ist sie zur Untersuchung dieser Gebilde durchaus untauglich, wogegen es *H. Müller* und *Kölliker* auf diese Weise feine Schnitte durch die Dicke der Netzhaut zu machen gelang, was ich zur Zeit meiner Untersuchungen aus Furcht, dass die Elementartheile in Unordnung gerathen würden nicht probirte. Dagegen hält sich die Sehnervenausstrahlung in der Regel gut und tritt mitunter sogar noch deutlicher hervor, da sie aber im frischen Zustande am leichtesten von allen Theilen der Netzhaut sich untersuchen lässt, fand ich keinen Grund, eine künstliche Behandlung vorzuziehen. Dem Einflusse der Chromsäure schreibe ich z. B. die von *Kölliker* in seiner Gewebelehre des Menschen Fig. 303 dargestellte colossale Grösse der Zapfen zu.

Während meinen Untersuchungen der Netzhaut zuerst im Winter 1839—40 und während der Wiederholung und Bestätigung derselben zwei Jahre später bei der Anfertigung der Zeichnungen für mein «Recherches microscopiques sur le système nerveux» kam es mir öfter vor, als ob sich innerhalb der Schicht der Stäbe und Zapfen ein streifiges Wesen vorfände; ich habe desselben nicht erwähnt, das Bild steht aber noch nach so langem Verlaufe klar vor mir. Ich finde ferner, indem ich die originalen Aufzeichnungen von jener Zeit durchgehe, dass ich öfters (beim Barsch, Frosch, Sperling, Ochsen) Stäbe (nicht Zapfen) beobachtet habe, die an ihrem breiten innern Ende ein Kügelchen trugen, mitunter an einem feinen kurzen Faden hängend; ich bemerkte damals ausdrücklich, dass die Kügelchen nicht Bruchstücke der Stäbe wären, obgleich sie oft denselben Durchmesser hatten. Es ist wohl möglich, dass ich jene feine Fasern vor mir gehabt habe, die nach den neuesten Beobachtungen von *H. Müller* und *Kölliker* vom innern Ende der Stäbe und Zapfen zu den Körnern der Körnerschicht und von da weiter zur Sehnervenaustrahlung gehen, und ihre Beobachtung ist eine wesentliche Bereicherung unserer Kenntniss der Netzhaut. Dagegen muss ich mich auf das Entschiedenste gegen die Beobachtung aussprechen, «dass die feinen Fäden an den conisch zugespitzten Enden der Stäbchen nicht gegen die Choroidea, sondern nach

innen gekehrt sind». Sämmtliche von mir beschriebene Spitzen und Fäden sowohl der Stäbe als der Zwillingzapfen, so wie sämmtliche Zeichnungen, welche ich von den betreffenden Theilen gemacht habe, sind Spitzen und Fäden, die nach aussen kehren und in den häutigen Pigmentscheiden stecken, welche senkrecht auf der Innenfläche der Pigmentzellen stehen. Mit Unrecht gibt daher *Kölliker* in seiner Gewebelehre des Menschen an, dass das äussere Ende der Stäbe dicker ist und quer abgestutzt, wie er denn überhaupt viel weniger seine Aufmerksamkeit auf das äussere Ende der Stäbe gerichtet hat und gar nicht ihres Verhältnisses zu dem Pigment und den Pigmentscheiden, worin die äusseren Enden stecken, erwähnt. Mit *Kölliker* die Zapfen Stäbchen zu nennen, die hauptsächlich nur in der äussern Form von ihnen abweichen, geht nicht an; denn ihre Substanz und ihre Veränderungen durch äussere Einflüsse sowohl des Körpers als der Spitzen sind nicht allein von denen der Stäbe, sondern auch unter sich durchaus verschieden, wie man es vielleicht wegen der grössern Feinheit schwieriger beim Menschen, leicht aber bei Fischen beobachten kann [1].

Ich bin mit *Kölliker* nicht einverstanden, wenn er an der von mir im Gegensatz zu der Gehirnsubstanz sogenannten eigentlichen Netzhaut, welche aus den Stäben und Zwillingszapfen gebildet wird, «zwei besondere Theile unterscheidet, einen äussern, die eigentliche Stäbchenschicht, welche die freien Stäbchen und die an den Zapfen sitzenden Bacilli (die ich nicht beobachtet habe) oder die Zapfenstäbchen enthält, und einen innern, die Zapfenschicht, die von den Zapfen und den vorhin erwähnten feinen fadigen Ausläufern der freien Stäbchen (und wohl auch der Zapfen) gebildet wird.» Soll von einer doppelten Schicht die Rede sein, so wird die innere von dem Körper der Stäbe und Zapfen, die äussere von ihren conischen Spitzen gebildet; man muss aber hier erstens erinnern, dass der Körper und die Spitze ursprünglich ein Ganzes bilden, obschon, wie ich auch gezeigt habe, die conischen Spitzen leicht abbrechen und die Substanz der Körper von der der Spitzen verschieden ist, und dass zweitens die nach innen kehrenden Enden der Stäbe und Zapfen in einer Ebene liegen. Die Lücken, welche da von aussen erscheinen, wo sich Zapfen befinden, werden theils von ihren conischen Spitzen ausgefüllt, theils von den Pigmentscheiden, welche um die Zapfen bedeutend länger und stärker sind, als um die Stäbe, wie denn auch das pigmentirte Oel bei Vögeln und

[1]) Es herrscht einige Nichtübereinstimmung in der Darstellung von *H. Müller* und *Kölliker;* so sagt *H. Müller:* «dass nicht selten beim Zerreissen der Retina sich eine Faser vollkommen isolirt, an deren äusserem Theil eine Anzahl der sogenannten Körner sammt Stäbchen oder Zwillingzapfen wie die Johannisbeeren an ihrem Stiel haften.» Ich werde mich im Folgenden an die Darstellung *Kölliker's* halten.

Reptilien (Schildkröte) um die Stäbe und Zapfen von verschiedener Farbe ist. Die Lücken rühren nur daher, dass die Zapfen kürzer als die Stäbe sind, und deshalb in einer tiefer liegenden Ebene erscheinen, wenn die Stäbe im Focus sind. Dagegen bin ich mit *Kölliker* ganz einverstanden, jene Körner, die nach seiner Angabe mit den vom innern Ende der Stäbe und Zapfen ausgehenden Stiftchen verbunden sind, für kleine Zellen anzusehen, ich halte sie für Gehirnzellen von kleinem Durchmesser, sonst aber den übrigen Gehirnzellen in der Netzhaut ähnlich. Ob diese Zellen zwei Lagen bilden, lasse ich dahingestellt.

Ich gehe jetzt zu den physiologischen Folgerungen über, die *Kölliker* aus seinen Beobachtungen zieht.

In meiner kürzlich erchienenen Schrift über das Auge habe ich eine Theorie von den Stäben und Zwillingzapfen aufgestellt, der zufolge jene Körper, die bei allen Thieren mit ihren nach aussen gerichteten Spitzen in senkrecht stehenden Pigmentscheiden stecken, deren glatte Innenfläche bei Reptilien und Vögeln mit einem gefärbten und das Licht stark brechenden Oele überzogen ist, als Hohlspiegel wirken, welche die Lichtstrahlen auf die Sehnervenausstrahlung reflectiren. Die allgemeine Empfindung des Lichtstrahls, welche eine Faser auf ihrer ganzen Länge oder einem Theile empfangen hat, wird verstärkt und localisirt, indem der Lichtstrahl von den Spiegeln auf verschiedene Punkte der Faser zurückgeworfen wird. Diese Theorie, die von der von *Brücke* aufgestellten abweicht, beruht vor Allem auf dem sonst in der Nervenphysiologie überall gültigen Grundsatze, dass eine Leitung zum Bewusstsein (zum Gehirn) nur durch Nerven- oder Gehirnfasern vor sich gehen kann. *Kölliker* meint aber, dass «die Annahmen, dass die Opticusausbreitung der eigentliche Sitz der Lichtempfindung sei, und dass die Stäbchenlage als ein physikalischer Apparat fungire», nichts weniger als bewiesen sind, und dass dagegen «die Stäbchenschicht ein nervöser Apparat und höchst wahrscheinlich gerade der lichtempfindende Theil der Retina ist». Diesen Ansichten kann ich in keiner Beziehung beitreten.

Kölliker spricht zuerst der Sehnervenausstrahlung den Sitz der Lichtempfindung ab, weil 1) «diejenige Stelle der Retina, welche nur aus Nervenfasern besteht, nämlich die Eintrittsstelle des Sehnerven keine Empfindung des objectiven Lichtes hat». Sonderbar genug habe ich dieselbe Einwendung zu Gunsten meiner Theorie angeführt, weil gerade an der Eintrittsstelle die Stäbe und Zapfen fehlen. Aber diese Stelle ist in der That nicht jeder Lichtempfindung beraubt; sie erscheint im Gesichtsfelde als ein grauer Fleck, wogegen meiner Meinung nach ein deutliches Bild einerseits wegen jenes Mangels, andererseits wegen der in einer compacten Masse vereinigten Fasern nicht aufgefasst werden kann, «ähnlich wie auch die Gefühlsnerven an ihrer

Endigungen zu ganz anderen Leistungen befähigt sind als in den Stämmen.» 2) Nach *Kölliker's* Meinung «fehlt an dem Theile der Retina, welcher die schärfste Lichtempfindung hat, nämlich am gelben Fleck eine zusammenhängende Lage von Opticusfasern ganz und gar». Dies ist aber nicht vollkommen richtig; denn die Fasern sind im ganzen Umkreise des Foramen centrale in bedeutender und hinreichender Menge vorhanden. Und ferner ist es nichts weniger als erwiesen, dass gerade die deutlichste Lichtempfindung in jenem gelblich gefärbten Theile der Netzhaut ihren Sitz hat. Bedenkt man, dass, wie ich in meiner Abhandlung über das Coloboma gezeigt habe, das Foramen centrale und aller Wahrscheinlichkeit nach auch die nächste Umgebung die Reste eines fötalen Zustandes sind, bedenkt man ferner den Mangel eines gelben Fleckes bei anderen Thieren, die dessenungeachtet eine deutliche Lichtempfindung besitzen, so könnte man mit ebenso gutem Rechte behaupten, dass der gelbe Fleck gar nichts mit einer deutlichen Lichtempfindung zu thun habe. Da die Pupille nicht in der Mitte der Iris liegt, ist es zugleich eine Frage, ob eine Linie durch ihr mathematisches Centrum gerade das Foramen centrale trifft; ohnedies kann diese Linie auch nicht durch das Centrum der Linse gehen, und ist folglich als Lichtstrahl betrachtet, einer Brechung unterworfen. Endlich ist hier noch zu bemerken, dass nach *Kölliker* die Zapfen am zahlreichsten im gelben Fleck sind, wo nach *Henle's* Beobachtung die Stäbe gänzlich fehlen. Gilt meine Theorie, so spricht jenes anatomische Verhalten nicht zu Gunsten einer schärfsten Lichtempfindung gerade im gelben Fleck; soll auf der andern Seite *Kölliker's* Meinung Gültigkeit haben, so spricht die geringere Zahl der von den Zapfen nach innen gehenden Fäden im Vergleich mit der grössern Zahl und grössern Feinheit der Stäbe gegen dieselbe. Und doch vermuthet *Kölliker,* «dass die eigentliche Stäbchenschicht ein feineres Empfindungsvermögen für mehrere zugleich auftretende Erregungen besitzt als die Schicht der Zapfen.» 3) «Bilden nach *Kölliker* die Opticusfasern eine so dicke Lage, dass jeder Lichteindruck nothwendig eine grosse Zahl von Fasern treffen muss.» Diese Einwendung lässt sich ebenso gut (oder vielleicht ebenso wenig) durch Hülfe meiner Theorie beseitigen als durch die von *Kölliker*.

Den Einwendungen, welche *Kölliker* gegen die Auffassung der Stäbchen und Zapfen als eines katoptrischen Apparats anführt, kann ich nur die von mir geschilderten anatomischen Verhältnisse entgegenstellen, besonders die als Spiegel gebauten und zusammengefügten Pigmentscheiden, die ohne Ausnahme in allen Thierclassen vorkommen und deren ich auch überall in meiner Abhandlung über die Netzhaut Erwähnung thue. Fungirt der äussere zugespitzte Theil der Stäbe und Zapfen als Spiegel, so könnte man vielleicht den innern cylindrischen und

mit Pigment nicht umgebenen Theil dieser das Licht stark reflectirenden Körper als eine Cylinderlinse (lentille oeil d'oiseau) betrachten. «Unbegriffen und sinnlos» wäre die Einrichtung eines Spiegels, wenn er nicht als solcher dienen sollte. — Die Gründe, welche *Kölliker* gegen die Sehnervenausstrahlung als Sitz der Lichtempfindung anführt, sind, wie ich gezeigt habe, nicht haltbar, und hierzu kommt noch, dass im ganzen Auge kein anderes Element vorhanden ist, welches die Leitung des Lichteindrucks zum Bewusstsein bewerkstelligen könnte, und auf eine Leitung kommt es doch eigentlich an, nicht bloss auf einen Sitz der Lichtempfindung, einen Lichteindruck oder Lichtempfang (vergl. Das Auge, pag. 8 sqq.). Ist aber die Sehnervenausstrahlung das allein Leitende des Lichteindrucks, so wird jeder andere nicht nervöse Apparat nur ein accessorischer oder rein physikalischer, welches hier namentlich von der Schicht der Stäbe und Zapfen, von den Pigmentzellen und den Pigmentscheiden gilt.

Es ist mithin die von mir aufgestellte Theorie nicht widerlegt; sie gewinnt im Gegentheil durch *Kölliker's* eigene Beobachtungen an Stärke; denn jene Fasern, welche vom innern Ende der Stäbe und Zapfen und von da «bündelweise zwischen den Opticusfasern durch bis gegen die innere Oberfläche der Opticusausbreitung verlaufen», setzen jenen physikalischen Apparat in noch innigere Beziehung zu der Sehnervenausstrahlung, als ich bei Aufstellung meiner Theorie vermuthete. Am wenigsten wird meine Theorie durch die neueste von *Kölliker* widerlegt.

Kölliker stellt nämlich eine Theorie auf, der zufolge «die Stäbchen und Zapfen der eigentlich lichtempfindende Theil der Retina sind». Hier kommt es natürlicherweise vor Allem darauf an, zu beweisen, dass jene Elementartheile wirklich «wahre Nervenröhren» sind. Die Gründe aber, welche *Kölliker* dafür anführt, sind durchaus gezwungen, und der Beweis weder hierfür noch für ihren directen Uebergang in die Sehnervenausstrahlung geliefert. *Kölliker* sagt: «was die Stäbchen selbst anlangt, so scheint mir aus ihrem Verhalten im frischen Zustande, ihrer leichten Veränderlichkeit und ihrer Reaction gegen Wasser und andere Substanzen unwiderleglich zu folgen, dass dieselben mit andern blassen Nervenröhren, namentlich den Opticusfasern in der Retina, auf eine Stufe zu stellen sind und die Natur von zarten, mit einem zähflüssigen, eiweissreichen und auch fettführenden Inhalt erfüllten Röhren besitzen.» Hiergegen ist erstens zu bemerken, dass die Stäbe keine Röhren sind, an denen man eine begrenzende Haut und einen Inhalt unterscheiden kann; sie sind solide Körper, deren einförmiger Bau sowohl im frischen Zustande, als besonders bei ihren Veränderungen ersichtlich ist. Daher ihnen auch, wie *Kölliker* selbst eingesteht, ein Axencylinder, der selbst in den feinsten Gehirnfasern

oder wenigstens in Gehirnfasern von der Dicke der Stäbe beobachtet werden kann, abgeht. Aber besonders ihre Veränderungen weichen von denen der Gehirn- und Nervenfasern durchaus ab. Die Diagnose dieser Fasern beruht auf ihren Varicositäten, und dieser wesentliche und durchgängige Charakter fehlt den Stäben durchaus, mag auch irgend ein einzelner Stab mit einer seitlichen Anschwellung erscheinen. Man betrachte in dieser Beziehung nur die Abbildungen in meinen Recherches microscopiques, auf welchen ich in Masse die wesentlichen Veränderungen der Stäbe sämmtlicher Thierklassen abgebildet habe, und es sind unter jener grossen Anzahl nur ein oder zwei Stäbe abgebildet, deren äussere Form man an einer einzigen Stelle varicös nennen könnte; sonst findet sich Nichts angedeutet, das mit Varicositäten die geringste Aehnlichkeit hat, und doch wird man wohl zugeben, dass eine so leicht in die Augen fallende Eigenthümlichkeit meiner Aufmerksamkeit nicht entgangen wäre. Die Veränderungen der Stäbe beruhen hauptsächlich auf ihrer Brüchigkeit, während im Gegentheil die Veränderungen der Gehirn- und Nervenfasern grösstentheils der verschiedenen Zähigkeit der Substanzen, woraus sie bestehen, zuzuschreiben sind. Daher werden auch die einzelnen Fasern in der Sehnervenausstrahlung varicös, ja keine Gehirnfaser wird so leicht varicös, als die noch im Sehnerven vereinigten Gehirnfasern, wesshalb ihr normaler Zustand schwierig darzustellen ist. Auch auf den Abbildungen, die *Kölliker* selbst in seiner Gewebelehre des Menschen Fig. 303 von den betreffenden Theilen gibt, sieht man weder Varicositäten an den Stäben, noch an den von ihnen abgehenden feinen Fäden, wohl aber an den Fasern der Sehnervenausstrahlung. Ferner ist die Substanz der Stäbe keine fettige, weil sie Wasser einziehen können und breiter werden, ja nach längerer Zeit im Wasser sich fast auflösen, während dagegen die fettige Natur des krümeligen Nerveninhaltes von Keinem bezweifelt wird. Endlich spricht die verschiedene Dicke der Stäbe in verschiedenen Thierclassen und in derselben Thierclasse (vergl. Rech. microscopiques Fig. 55 von Esox und Fig. 56 von Pleuronectes) nicht für eine Aehnlichkeit mit Gehirnfasern, deren Dicke in der Sehnervenausstrahlung überhaupt in allen Thierclassen dieselbe ist.

Ueber die Natur der Zapfen ist *Kölliker* zweifelhaft. Ihr Aussehen und besonders ihre Veränderungen sowohl des Körpers als der Spitzen durch äussere Einflüsse sind von denen der Stäbe durchaus verschieden, so wie sich denn auch hier nicht die entfernteste Aehnlichkeit mit Gehirnfasern nachweisen lässt. Jedoch liegt die Annahme sehr nahe, dass diese Körper, welche in allen Thierclassen entweder als einfache Zapfen oder als Zwillingzapfen neben den Stäben vorkommen, ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach mit diesen über-

einstimmen. Auch sehe ich nicht ein, dass es hier auf die Deutung des dunkeln Körpers in ihrem Innern ankommen sollte. Derselbe erscheint unter veränderter Beleuchtung als ein heller einfacher oder doppelter Körper und gibt die Stelle an, wo die Spitzen des Zapfens abgebrochen sind, ist daher weder ein Kern noch ein Fetttropfen, die übrigens, wo sie pigmentirt sind, nicht « in den Zapfen » liegen, sondern auswendig sitzen und der Pigmentscheide angehören. Es ist deshalb ein grosser Irrthum *H. Müller's,* wenn er die verschieden gefärbten Kügelchen der Netzhaut der Vögel an das innere Ende der Stäbe verlegt. — Für die nervöse Natur der von den Stäben und Zapfen zu den Körnern und von da nach innen zur Sehnervenausstrahlung gehenden Fasern ist der anatomische Beweis auch nicht in entferntester Weise gegeben, und doch ist dieser Beweis ebenso nothwendig für die Gültigkeit der Theorie *Kölliker's* als der Beweis für die nervöse Natur der Stäbe und Zapfen.

Das Fehlen der Stäbe und Zapfen an der Eintrittsstelle des Sehnerven, welches *Kölliker* als den zweiten Beweis für seine Theorie anführt, habe ich zu Gunsten meiner Theorie benutzt; da jedoch dieses Verhältnisses schon oben erwähnt ist, kann ich es hier übergehen.

Ist also nach dem Vorhergehenden bewiesen, dass die Stäbe und Zapfen nicht nervöser Natur sind, ja dass Alles gegen eine solche Annahme spricht, so fällt die ganze Theorie *Kölliker's,* und es nützt uns nichts, « eine schöne Uebereinstimmung in der Grösse der kleinsten noch zu unterscheidenden Zwischenräume zweier Körner und der Durchmesser der Stäbchen und Zapfen » zu haben. Selbst wenn sich eine solche Uebereinstimmung bei dem Menschen und den Säugethieren herausstellt, so fehlt sie doch in allen übrigen Thierclassen, wo, wie gesagt, sogar in derselben Thierclasse die Dicke der Stäbe ausserordentlich abwechseln kann, während die Dicke der Fasern in der Sehnervenausstrahlung dieselbe bleibt. Jedenfalls kann *Kölliker* nicht mit Recht die Uebereinstimmung als Beweis für die Richtigkeit seiner Theorie anführen.

Dem Bedenken, welches *Kölliker* selbst seiner Theorie entgegenstellt, « dass es doch schwer sei zu begreifen, dass gerade die äusserste Retinalage die lichtempfindende sein solle, » will ich mit einer andern Bemerkung begegnen, wie es möglich ist, dass das Licht die innerste Retinalage, nämlich die Sehnervenausstrahlung treffen kann, ohne eine Empfindung darin zu erregen. Besitzt die Ausstrahlung kein anderes Gefühl als dasjenige des Lichts, muss nothwendigerweise das Gefühl erst in ihr erregt werden, früher wenigstens, als in der hinter ihr liegenden Schicht der Stäbe und Zapfen. Dies ist eine ganz natürliche Einwendung gegen *Kölliker's* Theorie, und es scheint mir mit seiner Ansicht unverträglich, wenn er sagt: « was wir Licht nennen, ist doch höchst wahrscheinlich nichts anderes, als eine Function der Central-

organe, in denen der Sehnerv wurzelt, und nicht eine Thätigkeit des Nerven selbst, dessen Bedeutung vielmehr nur die ist, das Centralorgan zu erregen.» Mehr wird nach meiner Theorie nicht verlangt, als dass die Sehnervenausstrahlung zur Erregung der Centralorgane oder zur Leitung des Lichts zum Bewusstsein diene, worauf erst später die secundäre oder localisirende Thätigkeit der Stäbe und Zapfen eintritt. Ob die Thätigkeit dieser Körper eine verschiedene oder analoge ist, welche Rolle die Körner spielen u. s. w., darüber lassen sich nur Vermuthungen aufstellen, die für die Würdigung unserer Theorien überhaupt ohne Werth sind. Endlich will ich mit einem Bedenken schliessen, wozu ich wohl nach dem gegenwärtigen Stande der Untersuchungen berechtigt bin. Gesetzt auch, dass die Stäbe und Zapfen nebst den von ihnen zu den Körnern und von da zur Sehnervenausstrahlung gehenden Fasern nervöser Natur sind, so steht doch nach den vorliegenden Untersuchungen fest, dass «an den Opticusfasern weder bestimmte Fasertheilungen, noch ein Zusammenhang mit den (genannten) radiären Fasern sich erkennen lässt»; aber eine Nervenleitung mit Unterbrechung der Leitung und nur durch Contact ist doch wohl eine Unmöglichkeit.

Kölliker's Schlussbemerkung, dass seine Theorie die Auffassung der Stäbe und Zapfen «als eines auch katoptrischen Apparates keineswegs ausschliesst und unmöglich macht», wende ich natürlicherweise ganz zum Vortheil meiner Theorie.

Copenhagen, den 19. Februar 1853.

Zusatz von *A. Kölliker.* Gegenüber dieser Mittheilung von *Hannover* erlaube ich mir an diesem Orte nur die kurze Bemerkung, dass ich, ohne *Hannover's* grosse Verdienste um unsere Kenntniss vom Bau der Retina zu misskennen, doch von dem, was ich über den Bau und die Function der Netzhaut ausgesagt habe, nichts zurücknehmen kann und alles in derselben Weise festhalte, wie ich es in den Verhandlungen der phys.-med. Gesellsch. v. Würzburg, Bd. III, ausgesprochen habe. Ebenso steht *H. Müller* zu allen seinen Angaben über den Bau der Retina der Thiere. Ausführlicheres in dem bald erscheinenden Schlussheft meiner Mikroskop. Anatomie.

